

ГЕНЕРАЦИЯ ВЫНУЖДЕННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИОНОВ НЕОДИМА В КВАРЦЕВОМ СТЕКЛЕ

*Е. И. Галант, Ю. Н. Кондратьев, А. К. Пржевуский,
Т. И. Прохорова, М. Н. Толстой, В. Н. Шаповалов*

Впервые получена генерация вынужденного излучения в кварцевом стекле с неодимом, имеющем к. т. р. $6 \cdot 10^{-7}$ град $^{-1}$. Найдено, что по спектрально-люминесцентным характеристикам оно не уступает промышленным силикатным стеклам с неодимом.

В немногочисленных работах, в которых были описаны попытки введения в кварцевое стекло (КС) редкоземельных ионов с целью создания эффективно люминесцирующего материала с высокой термостойкостью, отмечалось, что активатор, в частности, Nd^{3+} , входит в матрицу неравномерно, испытывая при этом сильное концентрационное тушение [1, 2].

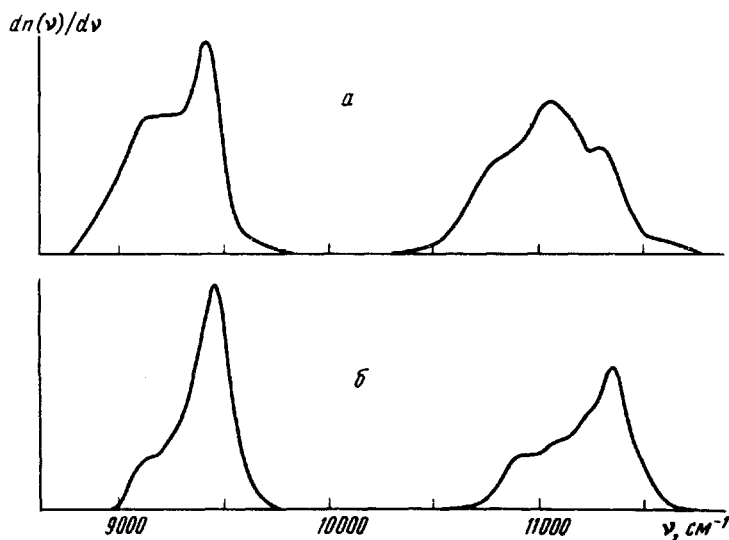


Рис. 1. Спектр люминесценции в области 0,9 и 1,06 мкм:
а – КС с Nd и б – промышленного стекла ГЛС-2 при 300°К.
Спектры изображены с поправкой на спектральную чувствительность приемника

Максимальная концентрация активатора, которую удалось получить в КС без видимого расслаивания, была весьма незначительная (десятые вес. %), но при этом квантовый выход люминесценции был существенно меньше (~1%), чем при тех же концентрациях в промышленных силикатных стеклах (20 – 30%). Тем не менее, практические потребности в генерирующем материале с высокой термостойкостью заставляли продолжать поиски в этом направлении.

В настоящей работе сообщается о впервые полученной генерации Nd^{3+} в кварцевом стекле с коэффициентом термического расширения $6 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$. Применение новой технологии введения активатора в матрицу КС в сочетании с добавками буферного компонента позволило получить образцы без расслаивания (без опалесценции и глушения) с концентрациями активатора вплоть до 1 мол. % Nd_2O_3 . Исследование спектров поглощения и люминесценции, времени жизни и квантового выхода, величины сил осцилляторов и поперечного сечения вынужденного перехода показало, что по этим параметрам КС не уступает промышленным многокомпонентным силикатным стеклам с Nd (рис. 1, таблица).

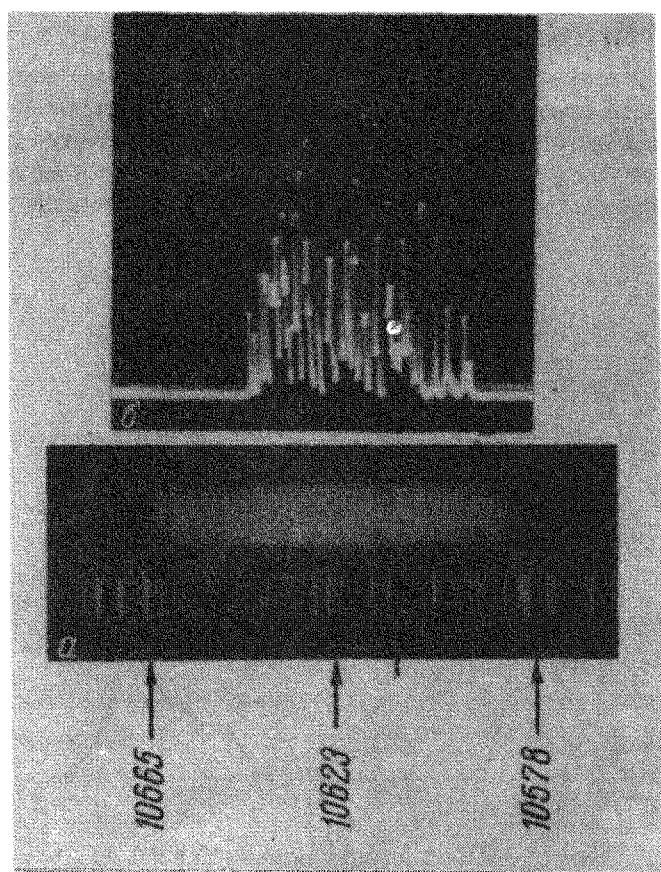


Рис. 2. *а* – Спектр генерации КС с Nd при 4-х кратном превышении порога, *б* – осциллограмма интенсивности генерации КС с Nd при малом превышении порога $T = 300^\circ\text{K}$

Нами были выполнены генерационные эксперименты на образцах $10 \times 100 \text{ мм}$ с концентрацией Nd_2O_3 1,3 вес. %. В резонаторе, близком к конфокальному, с зеркалами радиусом 500 мм была получена генерация, спектр и временной ход которой показаны на рис. 2, *а*, *б*.

Пропускание выходного зеркала составляло 5%. Порог генерации достигался при 330 дж электрической энергии накачки. Фильтрация УФ части света накачки не производилась. Середина спектра генерации соответствует 1062 нм, что совпадает с максимумом полосы люминесценции (рис. 1). Обращает на себя внимание значительная ширина спектра генерации уже при малых пороговых превышениях. При 4-х кратном превышении порога ширина спектра генерации составляет, примерно, 100 Å, что связано, в первую очередь, со значительным неоднородным уширением полосы ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2} \text{Nd}^{3+}$ в КС. Относительно высокое значение порога генерации, помимо неоптимальных условий испытаний объясняется значительным неактивным поглощением в образцах на длине волны генерации. Применение более чистых исходных материалов и стерильных условий плавления позволит резко улучшить параметры генерации.

Стекло	Время жизни мксек	Квант. выход отн. ед	Сечение вынужд. излучения 10^{+20}см^2
Силикатное стекло ГЛС-2	550	1,0	2,5
Кварцевое стекло	420	0,75	2,5

В заключение необходимо отметить, что в исследованных образцах сохраняются основные достоинства КС – высокая термостойкость (более 800°C) и прозрачность в УФ области спектра. Последняя позволяет использовать для накачки ультрафиолетовые полосы поглощения неодима. Высокая термостойкость КС внушает оптимизм по поводу получения непрерывной генерации в сравнительно простых условиях охлаждения.

Поступила в редакцию
15 октября 1973 г.

Литература

- [1] А.М.Амосов, В.К.Захаров, Г.Т.Петровский, Т.И.Прохорова, Д.М.Юдин. ЖПС, 11, 742, 1969.
- [2] А.А.Каленов, В.П.Колобков, И.В.Ковалева, Г.П.Старостина, В.И.Быков. Сб. Спектроскопия кристаллов, Л., изд. Наука, 1973, стр. 231.